

16

Aktionsströme des Nervus vagus beim Warmblüter

Von

M. H. Fischer, W. H. Gantt und H. Löwenbach
(Johns Hopkins, Baltimore)

Mit 5 Textabbildungen

Sonderabdruck aus
Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie
des Menschen und der Tiere
233. Band. 6. Heft



Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin
1934

Pflügers
Archiv

In „Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere“ können alle solche Forschungsergebnisse veröffentlicht werden, welche die Physiologie in ihrem weitesten Sinn als die Lehre von den Lebenserscheinungen zu fördern geeignet sind. Entsprechend den drei Hauptarten der methodischen Behandlung physiologischer Fragen wird die Herausgabe der Beiträge durch die drei unterzeichneten Herausgeber besorgt.

Das Archiv erscheint zwanglos in einzeln berechneten Heften.

Beiträge mit vorwiegend chemischer Fragestellung und Methodik (insbesondere auch Arbeiten über Stoffwechsel, Verdauung, Fermente, Vitamine und Inkrete) sind an

E. Abderhalden, Halle a. S., Physiologisches Institut,

Beiträge mit vorwiegend physikalischer, operativer oder rein beobachtender Methodik an

A. Bethe, Frankfurt a. M.-Süd, Theodor-Stern-Haus, Weigertstraße 3,

Beiträge mit vorwiegend physikalischer oder physikalisch-chemischer Fragestellung und Methodik an

R. Höber, London W. C. 1. University College, Department of Physiology. Gowerstreet zu richten.

Die von den Herausgebern angenommenen Arbeiten gelangen, mit dem Datum des Einganges versehen, so schnell wie irgend möglich zur Veröffentlichung, und zwar in der Reihenfolge des Einganges. Ausnahmen von dieser Reihenfolge können bei längeren Arbeiten, bei solchen mit technisch schwierigen Abbildungen und bei verzögerter Erledigung der Korrekturen durch den Verfasser eintreten. Die erforderlichen Abbildungen werden im allgemeinen ohne Kosten für den Verfasser beigegeben.

Arbeiten, welche einen Vermerk des Autors „Kurze Mitteilung“ tragen, werden sobald als möglich außerhalb der Reihenfolge des Einganges abgedruckt. Ihr Umfang darf 4 Druckseiten nicht überschreiten; die Beigabe von Abbildungen ist nur in Ausnahmefällen angängig. Ein Honorar wird dafür nicht gezahlt.

Der Autor erhält einen Unkostenersatz von RM. 20.— für den 16seitigen Druckbogen, jedoch im Höchsthalle RM. 30.— für eine Arbeit.

Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht, und zwar bis zum 31. Dezember desjenigen Kalenderjahres, das auf das Jahr des Erscheinens folgt. Hieraus ergibt sich, daß grundsätzlich nur Arbeiten angenommen werden können, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind, und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Von Arbeiten bis zum Umfange von 24 Druckseiten werden 50 Sonderdrucke, von längeren Arbeiten 30 Sonderdrucke gratis geliefert. Weitere 50 bzw. 30 Sonderdrucke werden zu den bisherigen billigen Preisen geliefert. Darüber hinaus gewünschte Exemplare müssen zum gleichen Preise berechnet werden, den die Arbeit im Heft kostet, da die umfangreiche Versendung von Sonderdrucken den Absatz der Zeitschrift schädigt.

Die Herausgeber. Der Verlag.

Gekürzte Aufnahmebedingungen *)

1. Die Arbeit muß wissenschaftlich wertvoll sein und Neues bringen. Sie darf noch nicht — ganz oder teilweise — in einer der vier Weltsprachen veröffentlicht sein. Bloße Bestätigungen bereits anerkannter Befunde können höchstens in kürzester Form Aufnahme finden. Vorläufige Mitteilungen sind unerwünscht. Polemiken sind auf Richtigstellung des Tatbestandes zu beschränken. Aufsätze rein spekulativen Inhalts werden nur ausnahmsweise dann aufgenommen, wenn sie geeignet sind, die Experimentalforschung anzuregen.

2. Die Darstellung muß kurz und in fehlerfreiem Deutsch gehalten sein. Ausführliche historische Einleitungen sind zu vermeiden. Es genügt in der Regel, wenn durch wenige Sätze die behandelte Fragestellung klargestellt und durch einige Literaturnachweise der Anschluß an frühere Untersuchungen hergestellt wird. Der Weg, auf dem die Resultate gewonnen wurden, muß klar erkennbar sein; jedoch hat eine ausführliche Darstellung der Methode nur dann Wert, wenn die Methodik wesentlich Neues enthält.

3. Mit der Beigabe von Abbildungen ist so sparsam wie möglich zu verfahren. Nach Möglichkeit sollten sich die Vorlagen, die in reproduktionsfähigem Zustand einzuliefern sind, für Strichätzung eignen. Die Vorlagen sind auf besonderen Blättern einzuliefern. Die Unterschriften zu den Abbildungen sind nicht auf den Vorlagen anzubringen, sondern dem Text auf besonderen Blättern beizufügen.

4. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wesentlichsten Ergebnisse anzufügen. Sie soll den Raum einer Druckseite im allgemeinen nicht überschreiten.

5. Bei der Einsendung des Manuskriptes ist vom Autor anzugeben, ob der Inhalt der Arbeit schon an anderer Stelle mitgeteilt, oder ob das Manuskript bereits einer anderen Zeitschrift zum Abdruck angeboten wurde. Fehlt die Erklärung, so geht dem Autor ein Fragebogen zu.

6. Literaturangaben sind bei Zeitschriftenaufsätzen ohne Titel, aber mit Angabe von Band, Seite und Jahreszahl, bei Büchern mit Titel, Verlagsort und Jahreszahl anzugeben.

7. Methodisches, Nebensächliches und Protokolle sind vom Autor für Kleindruck anzumerken.

8. Doppeltitel von Arbeiten, insbesondere solche, bei denen im Obertitel ein anderer Autorname genannt ist als im Untertitel, sind aus bibliographischen Gründen tunlichst zu vermeiden.

9. Das Institut, aus dem die Arbeit hervorgegangen ist, ist über dem Titel anzugeben.

Die Herausgeber:

Abderhalden.

Bethe.

Höber.

*) Ungekürzt abgedruckt in diesem Archiv Bd. 221, S. VII.

Inhaltsverzeichnis siehe III. Umschlagseite!



(Aus der physiologischen Abteilung des Kaiser Wilhelm-Institutes für Hirnforschung
Berlin-Buch.)

Aktionsströme des Nervus vagus beim Warmblüter.

Von

M. H. Fischer, W. H. Gantt (Johns Hopkins, Baltimore) und
H. Löwenbach.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 18. September 1933.)

Die älteren Untersuchungen über die Aktionsströme des Vagus von *Einthoven*¹ und *Byrne*² sind ausnahmslos mit dem Saitengalvanometer vorgenommen worden. Aus diesen und anderen Gründen konnten sie über ein rein orientierendes Ergebnis nicht hinauskommen. Erst *Adrian*³ hat mit seinen Schülern hier unter Verwendung moderner Hilfsmittel einen grundsätzlichen Wandel geschaffen. Im Laufe unserer Studien am vegetativen Nervensystem haben auch wir zahlreiche Experimente am Vagus unter verschiedenen Bedingungen vorgenommen. Es scheint uns, daß die gewonnenen Resultate in mancher Richtung weiter führen.

Untersuchungsmethodik.

Wir experimentierten an tracheotomierten Kaninchen und Katzen. Der freigelegte Halsvagus wurde durchschnitten (bei Katzen nach seiner Isolierung vom Sympathicus und Depressor⁴), dann vom peripheren oder zentralen Ende mit unpolarisierbaren Gelatineelektroden über einen von *J. F. Tönnies* konstruierten Gleichstromverstärker zu einem Siemensschen Oszillographen abgeleitet. Die maximale Empfindlichkeit betrug in dem verwendeten Registrierabstande etwa 1 cm für 10 Mikrovolt. Die unvermeidlichen Verstärkerstörungen betrugen höchstens 5 Mikrovolt. Zum Teil wurden Kondensatoren von 0,005—0,2 Mikrofarad vorgeschaltet. Photographiert haben wir mit der Fallkamera der Firma „Eiga“ in Leiden.

Untersuchungsergebnisse.

Peripheres Vagusende: Am möglichst unversehrten peripheren Vagusstumpfe treten frequente Stromstöße ungleicher Höhe kontinuierlich auf. In den Kurven setzen sich Inspirationen und Expirationen deutlich ab. Mit jeder Inspiration zeigt sich eine merkliche Erhöhung und Frequenzsteigerung der Impulse, eine Erscheinung, die mit jeder Expirationsphase wieder verschwindet (Abb. 1a). Die Galvanometerausschläge sind doppelphasisch. Wenn aber im Vagus nur noch einzelne wenige

¹ *Einthoven, W.*: Pflügers Arch. **124**, 246 (1908); vgl. auch *P. Hoffmann*: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 8 II, spez. S. 753. Berlin: Julius Springer 1927. — ² *Byrne, J. G.*: Studies on the physiology of the eye. London: H. K. Lewis 1933. — ³ *Adrian, E. D.*: The Mechanism of nervous action, Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1932. — ⁴ *Fischer, M. H.* u. *H. Löwenbach*: Pflügers Arch. **233**, 722 (1933).

Fasern intakt sind, dann erscheinen im Elektrogramm seltenere, merklich voneinander abgrenzbare monophasische Ausschläge (Abb. 2). Diese Befunde decken sich mit den Ergebnissen von *Adrian* und *Rijlant*¹.

Bläst man am spontan atmenden Tiere die Lunge durch die Trachealöffnung brüsk auf, dann erfahren die Impulse eine in die Augen springende Vermehrung und Vergrößerung (Abb. 3a); diese Erscheinung klingt rasch

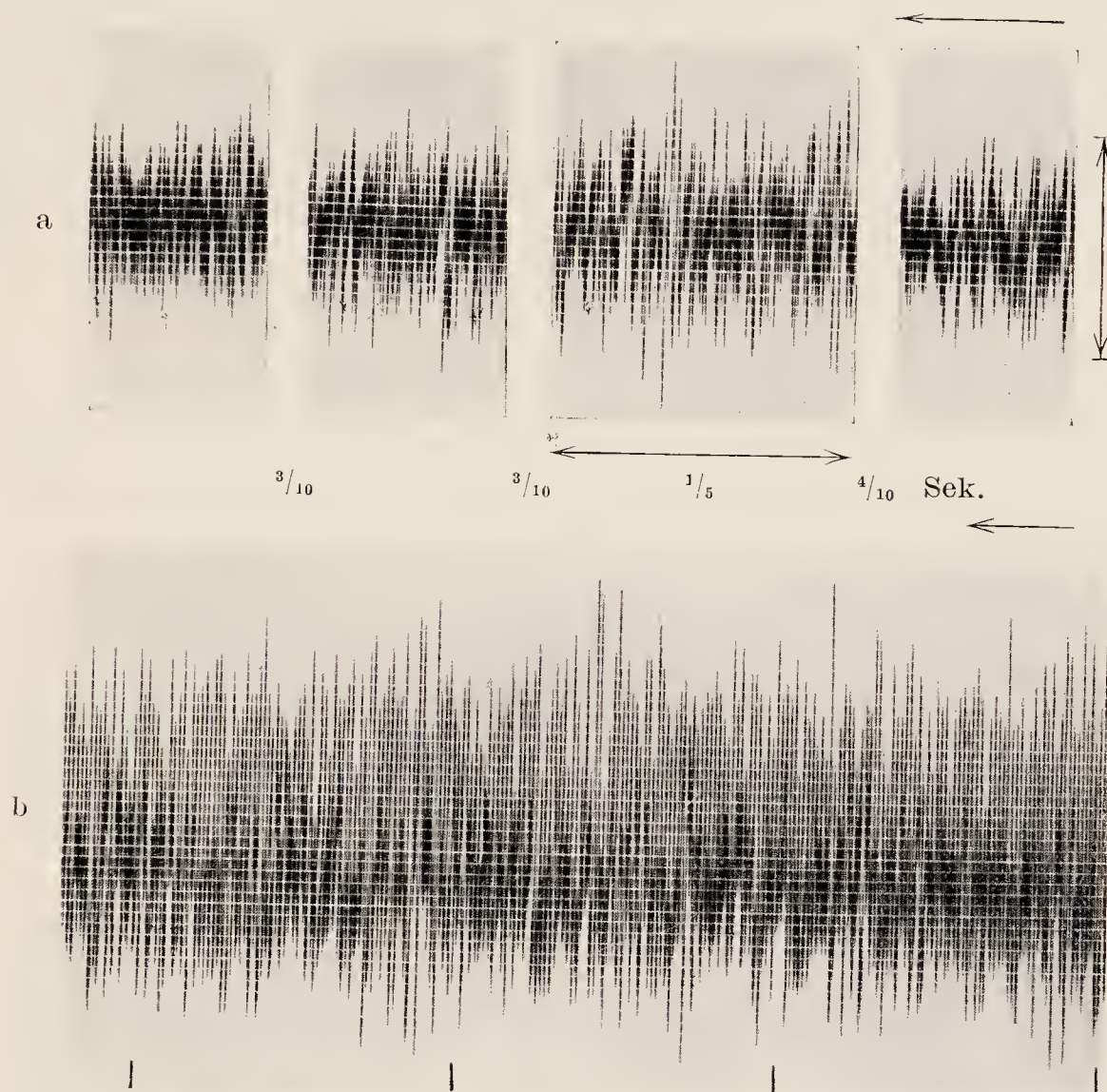


Abb. 1. Aktionsströme im peripheren Vagusstumpf. Kondensator 0,005 Mikrofarad. Eichstrich 20 Mikrovolt. Zeit in $\frac{1}{5}$ Sek. Von rechts nach links zu lesen. a Ausschnitte aus einer Kurve bei normaler Atmung. Zwischenzeiten angegeben. Frequenz- und Größenzunahme der Stromstöße während der Inspirationsphase. b Am Pneumothorax tier während starker Dyspnoe.

wieder ab. *Keller* und *Loeser*² haben mit dem Saitengalvanometer und Verstärker festgestellt, daß jede Verschiebung der Lunge stärkere Oszillationen bedingt, die Größe der Erregung jedoch nicht nur vom absoluten Lungenvolumen, sondern auch von der Geschwindigkeit der Volumsänderung abhängt. Bei Tieren mit Pneumothorax sind die Aktionsströme im peripheren Vagusende nicht völlig verschwunden, es fehlen jedoch die für die normale Atemtätigkeit typischen Veränderungen. Aber jeder künstliche Atemstoß mit dem Blasebälge (— elektrisch betriebene Atmungspumpen sind wegen der Störungsmöglichkeiten nicht verwendbar —)

¹ *Rijlant, P.*: C. r. Soc. Biol. Paris **112**, 1225 (1933). — ² *Keller, Ch. J. u. A. Loeser*: Z. Biol. **89**, 373 (1929); Arch. f. exper. Path. **145**, 146 (1929).

zeitigt regelmäßig eine vorübergehende ganz bedeutende Vergrößerung und Frequenzerhöhung der Stromstöße (Abb. 3b).

Die Erklärung der eben beschriebenen Phänomene suchen wir, wie es auch *Adrian* tut, in der *mechanischen* Beanspruchung von Vagusrezeptoren in den Lungen während der normalen Inspirationsphase bzw.

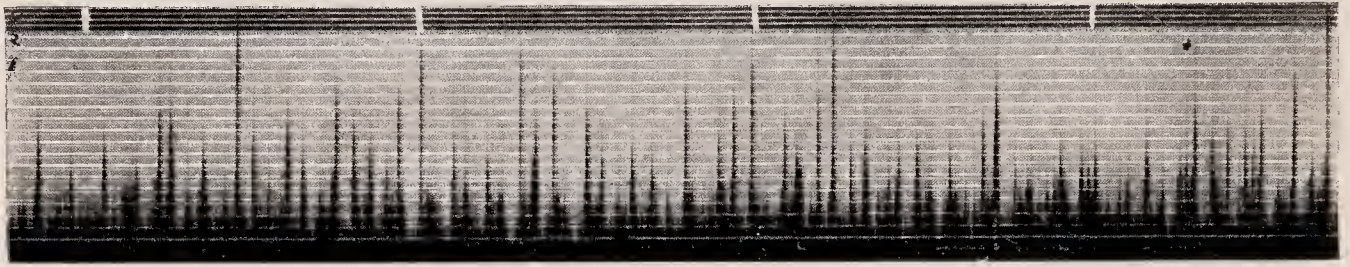


Abb. 2. Vereinzelt monphasische Impulse im peripheren Vagusstumpf. Kondensator 0,005 Mikrofard. Zeit in $\frac{1}{5}$ Sek.

der künstlichen Aufblasung der Lunge. Das Fortbestehen von Vagusimpulsen bei Pneumothorax deutet aber noch auf andere Erregungsmöglichkeiten hin; es könnte sich hier auch um Reizbeantwortungen aus

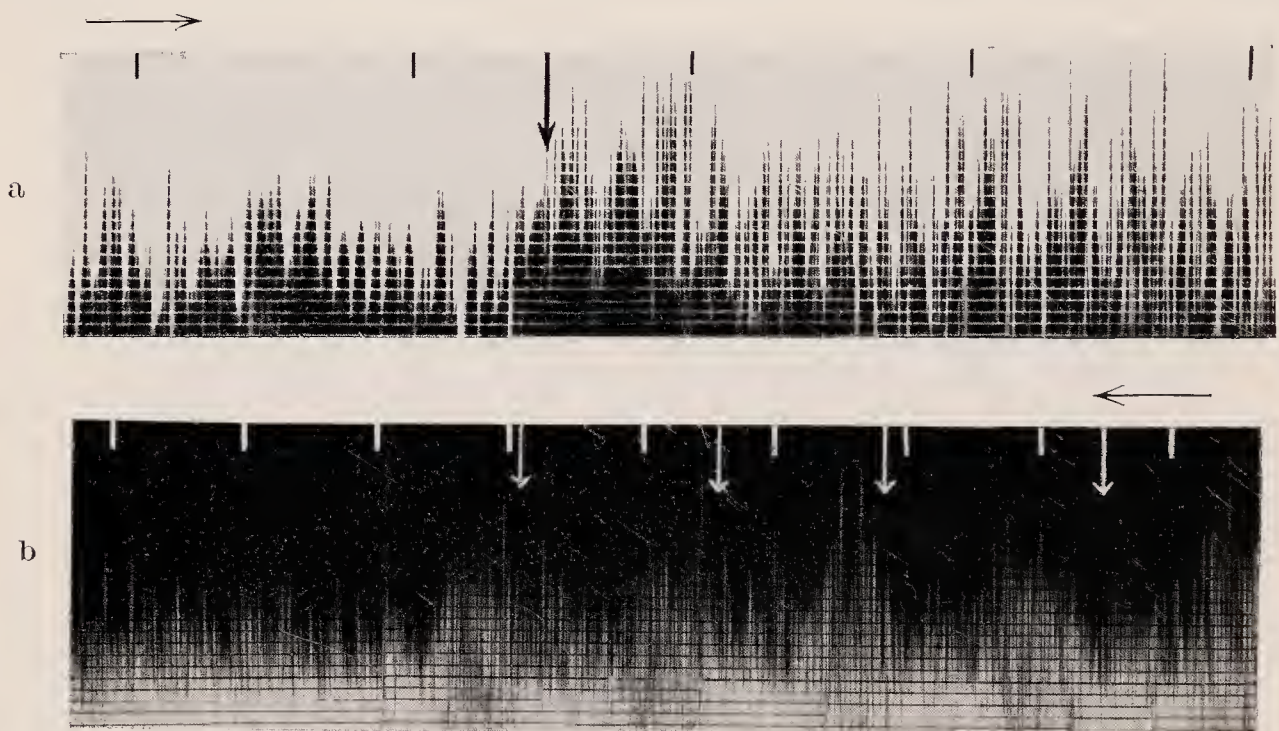


Abb. 3. Aktionsströme im peripheren Vagusstumpfe bei Aufblasung der Lunge. \downarrow grobe Reizmarken (stoßweise Aufblasungen der Lunge). Kondensator 0,005 Mikrofard. a Am normal atmenden Tiere. Von links nach rechts zu lesen. Zeit in $\frac{1}{5}$ Sek. b Am Pneumothoraxtiere. Von rechts nach links zu lesen. Zeit in $\frac{1}{2}$ Sek.

den Baueingeweiden handeln. Weitere Untersuchungen über diese Frage sind im Gange.

Nach Aussetzen der künstlichen Atmung entwickelt sich beim Eintreten des dyspnoischen Zustandes am Pneumothoraxtier eine enorme Steigerung der Höhe und Frequenz der Impulse im peripheren Vagusstumpf (Abb. 1b). Diese Erregungen können gleichmäßig über längere Zeit fortbestehen. Das ist eine Erscheinung von besonderer Bedeutung, da hier eine mechanische Beanspruchung der sensiblen Vagusendigungen offenbar nicht in Frage kommt. Wir können uns diese wohl nur so

vorstellen, daß durch den vermehrten CO_2 -Gehalt des Blutes bei der Asphyxie eine *chemische* Erregung der Vagusreceptoren in der Lunge zustande kommt. Eine solche würde neben der allgemein bekannten direkten Beeinflussung der respiratorischen Zentren durch die Dyspnoe noch eine zusätzliche periphere Steuerung der Atmung durch den Vagus bedeuten. *Rijlant* hat an seinen Tieren in tiefer Chloralosenarkose bei einer starken Verlangsamung der Atmung ähnliche Erscheinungen beobachtet, welche durch einen tiefen Atemzug vorübergehend zum Verschwinden gebracht wurden. Wenn auch in seinen Versuchen eine mechanische Wirkung auf die Vagusendigungen keineswegs ausgeschlossen war, so sprechen seine Beobachtungen doch in unserem Sinne, was *Rijlant* übrigens selbst vermutet. Die Untersuchungen von *Heymans* und seinen Mitarbeitern¹ über den Einfluß von CO_2 , Wasserstoffionenkonzentration und Anoxämie auf den Sinus caroticus und die respiratorischen Reflexe bewiesen zum ersten Male, daß den Sinusnerven, also auch peripheren Receptoren im Mechanismus der Atmungsregulierung eine außerordentlich große Bedeutung zukommt. Die Experimente von *Schmidt*² bestätigen diese Auffassungen in gewisser Weise.

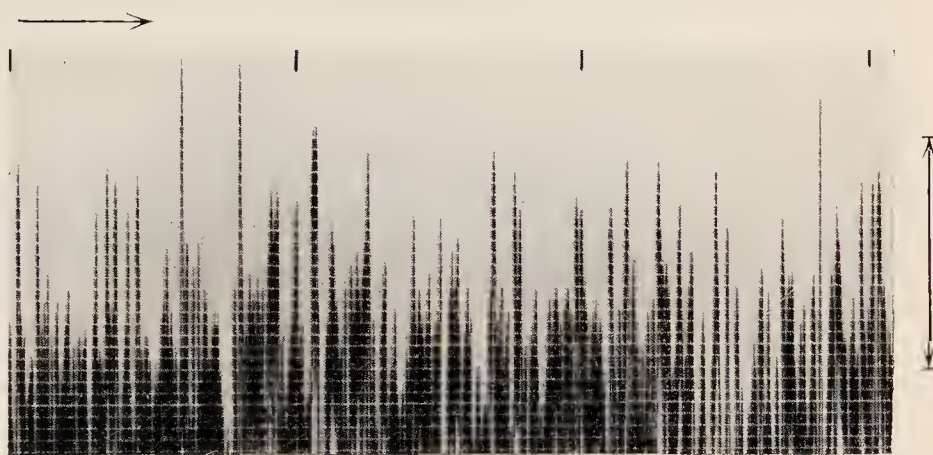


Abb. 4. Aktionsströme im peripheren Vagusstumpf nach Injektion von 1 ccm Adrenalin einer Lösung 1:100 000. Kondensator 0,2 Mikrofara. Eichstrich 20 Mikrovolt. Zeit in $\frac{1}{5}$ Sek.

Nach intravenöser Injektion von Adrenalin trat alsbald eine starke Erhöhung der Stromstöße wie eine bemerkenswerte Vergrößerung der Sekundenfrequenz auf (Abb. 4). Die Adrenalininjektionen verursachten allerdings zuweilen eine Polypnoe, wie ja auch bekannt ist. Es könnte also diese Polypnoe an sich ein Grund für die Exageration der Aktionsströme im Vagus sein. Wir haben aber nicht nur vom Lungenvagus allein, sondern vom Gesamtvagusstamm abgeleitet; darum ist es nicht ausgeschlossen, daß infolge der Hemmungswirkung des Adrenalins auf die Baueingeweide Erregungen aus dem Bauchvagus in unseren Kurven zum Ausdruck kommen. Weitere Forschung muß auch hier die Klärung bringen.

In anderen Versuchen haben wir die Atemtätigkeit unserer Tiere auf möglichst natürlichem Wege so beeinflußt, daß wir nach einem längst geübten Vorgange die Schnauze anbliesen. Das führt beim

¹ *Heymans, C., J. J. Bouckaert u. L. Dautrebande*: J. of Physiol. **71**, Proc. physiol. Soc. **V** (1931); Arch. internat. Pharmacodynamie **39**, 400 (1930); **40**, 54 (1931). — ² *Schmidt, C. F.*: Amer. J. Physiol. **102**, 94, 119 (1932).

Kaninchen bekanntlich zu einer kurzdauernden Polypnoe; unter solchen Bedingungen entwickelte sich im peripheren Vagusstumpf eine merkliche Erhöhung und Frequenzsteigerung der raschen Potentialveränderungen. Die Polypnoe kommt zweifellos durch eine Wirkung des Trigeminus über das motorische Atemzentrum auf die motorischen Atemnervenzustände. Jene führt dann offensichtlich zu einer Gegenregulation im Vagus, welche die Ursache der charakteristischen Modifikationen der Vagusimpulse ist. In einigen wenigen Fällen fanden wir unter normalen



Abb. 5. Aktionsströme im zentralen Vagusstumpf. Kondensator 0,005 Mikrofarad. Eichstrich 20 Mikrovolt. Zeit in $\frac{1}{5}$ Sek. a Normal. b Nach Injektion von Adrenalin 1 ccm einer Lösung 1:500 000.

Atmungsbedingungen aus nicht ersichtlichen Gründen keine Aktionsströme im Vagus; beim Anblasen der Schnauze traten sie aber dann vereinzelt auf.

Zentrales Vagusende. Da im Vagus auch efferente Nervenfasern vorhanden sind, haben wir, wie es anscheinend sonst nur *Rijlant* getan hat, versucht, Aktionsströme vom zentralen Vagusende abzuleiten. Die efferenten Fasern bleiben unter normalen Verhältnissen anscheinend dauernd in Tätigkeit, weil auf den zahlreichen von uns registrierten Kurven vollkommene elektrische Ruhe nicht vorhanden ist. Allerdings wechselt sowohl Höhe als auch Frequenz der Potentialsprünge fortlaufend (Abb. 5a). Die Stromschwankungen waren durchwegs kleiner als im peripheren Vagusende, sie gingen über 20 Mikrovolt kaum jemals hinaus. Auf unseren mit größerer Registriergeschwindigkeit gewonnenen Kurven ist deutlich ersichtlich, daß hier Potentialschwankungen verschiedener Fortpflanzungsgeschwindigkeit vorkommen. Das läßt wohl den Schluß zu, daß es sich um Impulse verschiedener efferenter Fasern handelt, wobei sich zunächst nicht entscheiden läßt, welchen Organen

diese zugeordnet sind (Herz, Eingeweide usw.). Irgendwie typische Gruppierungen von Stromstößen, wie sie von *Rijlant* angegeben worden sind, gelang es uns bisher nicht mit Bestimmtheit festzustellen.

Wegen der zentral erregenden Wirkung des Adrenalins, speziell seines Einflusses auf das Vaguszentrum (*Biedl* und *Reiner*¹), machten wir auch hier wieder Versuche mit intravenöser Injektion dieses Inkretes. Es fiel sofort auf, daß die Impulse ausgesprochen frequenter wurden, was die Abb. 5b im Vergleiche mit Abb. 5a klar veranschaulicht. Diese Wirkung hielt eine Zeitlang an. Diese Impulse im zentralen Vagus sind als ein Ausdruck des Vagustonus anzusehen. Adrenalin steigert den Vagustonus vorübergehend; das wurde übrigens schon immer aus der im Beginne der Adrenalinwirkung auftretenden Pulverlangsamung erschlossen.

Zusammenfassung.

Aktionsströme im zentralen und peripheren Vagus, die mit Verstärker und Oszillographen gewonnen wurden, werden beschrieben.

Im peripheren Vagus treten mit den spontanen Atembewegungen, bei künstlicher Atmung und bei Asphyxie (selbst bei Tieren mit Pneumothorax) charakteristische Veränderungen der Impulse auf.

Der zentrale Vagusstumpf gestattet fortlaufend Stromstöße abzuleiten, deren Höhe, Frequenz und Geschwindigkeit wechselt.

Adrenalin steigert die Entladungen.

¹ *Biedl, A. u. O. Reiner: Pflügers Arch. 73, 385 (1898).*



Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
Wellcome Library

<https://archive.org/details/b30629901>

Wachholder, Kurt. Untersuchungen über den Mechanismus der Superposition bei der tetanischen Muskelkontraktion. (Mit 8 Textabbildungen) . . .	683
Schaefer, Hans und Wilhelm Schmitz. Oszillographische Untersuchung der Nervenreizung mit Kondensator- und Induktorstößen. (Mit 7 Textabbildungen) . . .	700
Galvão, P. E. und C. H. Florence. Über die Milchsäureoxydation im Gehirn von Hühnern in Avitaminose B . . .	714
Fischer, M. H. und H. Löwenbach. Aktionsströme des Ganglion stellatum und des Nervus depressor. (Mit 7 Textabbildungen) . . .	722
Fischer, M. H., W. H. Gantt und H. Löwenbach. Aktionsströme des Nervus vagus beim Warmblüter. (Mit 5 Textabbildungen) . . .	732
Fischer, M. H. Elektrobiologische Erscheinungen an der Hirnrinde bei Belichtung eines Auges. II. (Mit 8 Textabbildungen) . . .	738
Wyss, Oscar A. M. Elektrische Reizung mit regulierbaren Impulsformen. Die Zeitkonstante-Spannungs-Kurve. (Mit 9 Textabbildungen) . . .	754
Brücke, Franz. Die Nerven-Chronaxie als Funktion der Reizfrequenz. (Mit 2 Textabbildungen) . . .	777
Lánczos, Anna. Fettstoffwechsel und Wärmeregulation. (Mit 1 Textabbildung)	787
Stern, Hans J. Über Vorherrschaft eines Auges („Äugigkeit“) und ihre Beziehung zur Händigkeit. (Mit 6 Textabbildungen) . . .	793
<i>Autorenverzeichnis</i> . . .	808

Soeben erschien:

Kurzes Lehrbuch der anorganischen Chemie

Von

Niels Bjerrum

Professor der Chemie an der Königl. Land-
wirtschaftl. u. Tierärztl. Hochschule in Kopenhagen

Aus dem Dänischen übersetzt und deutsch herausgegeben

von

Ludwig Ebert

a.o. Professor für Physikal. Chemie
an der Universität Würzburg

Mit 17 Abbildungen. XII, 356 Seiten. 1933. RM 7.50; gebunden RM 8.30

Professor Ebert-Würzburg, der mehrere Jahre im Bjerrumschen Laboratorium in Kopenhagen gearbeitet hat, hat sich entschlossen, das in Skandinavien wohlbekannte Buch deutsch herauszugeben, weil es bei beschränktem Umfange in besonders glücklicher Form dem Anfänger diejenigen allgemeinen Dinge nahezubringen vermag, die für ihn von dem ersten Anfang seiner Tätigkeit an notwendig sind. Bei der Ungleichmäßigkeit der Vorbildung, die die Studenten mitbringen, schien auch die von Bjerrum gewählte spezielle Art der Verwebung von Tatsachenbericht und Theorie gut dem nötigen Kompromiß zu entsprechen. Das Bjerrumsche Buch ist aus langjährigen Unterrichtserfahrungen an einem biologisch und medizinisch interessierten Schülerkreis hervorgegangen. Den Angaben über biologische, medizinische und landwirtschaftliche Anwendungen ist besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden. Dabei sind die Beispiele auf solche beschränkt, die entweder allgemeine Bedeutung haben oder für die Tätigkeit der Studenten wichtig sind. Neu ist die Behandlung der Säure-Basen-Systeme, die vom Autor erstmalig in die letzte dänische Auflage aufgenommen wurde und die auch für den Anfänger eine Erleichterung und einen begrüßenswerten Fortschritt in der Pädagogik der Chemie bedeuten dürfte.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Ergebnisse der Physiologie und experimentellen Pharmakologie.

Begründet von **L. Asher** und **K. Spiro** †.

Herausgegeben von **L. Asher**, Bern, **O. Kraye**, Berlin, **H. Rein**, Göttingen, **P. Rona**, Berlin.

Soeben erschien der fünfunddreißigste Band. Mit 117 Abbildungen:
V, 1065 Seiten. 1933. RM 124.—

Inhaltsverzeichnis:

- Max von Frey.** Von Professor Dr. H. Rein, Göttingen.
Graham Lusk. Von Professor Dr. E. F. Du Bois.
Olof Hammarsten. Von Professor Dr. T. Thunberg.
Gustav Embden. Von Dr. H. J. Deuticke.
Probleme der Histophysiologie. Von Professor Dr. A. Noll, Jena.
Die chemischen Vorgänge bei der Gewebeskultur. Von Dr. A. Fischer, Kopenhagen.
Neuere Methoden der organischen Chemie in der Physiologie. Von Dr. H. Willstaedt, Uppsala.
Die chemische Erforschung der Naturfarbstoffe I. Von Privatdozent Dr. E. Bergmann, Rechoboth, Palästina.
Zur Biochemie des Testikelhormons. Von Dr. K. Tscherning, Danzig.
Das weibliche Sexualhormon (Follikel- und Brunsthormon). Von Dr. Inge Störmer und Dr. U. Westphal, Göttingen-Danzig.
Der weibliche Genitalzyklus. Von Dr. Lore Marx, Karlsruhe.
Das Vitamin C. Von Dr. O. Rygh, Oslo.
Neuere Untersuchungen über die Anwendung von Enzymen zur Konstitutionsermittlung der Proteine. Von Dr. K. Linderstrøm-Lang, Kopenhagen.
Untersuchungen über die chemische Natur der Fermente (ohne die häminhaltigen Fermente). Von Privatdozent Dr. W. Langenbeck, Münster i. W.
Häminhaltige Fermente. Von Dr.-Ing. K. Zeile, München.
Vergleichender Fermentstoffwechsel der niederen Tiere. Von Professor Dr. P. Krüger, Wien.
Neuere Ergebnisse der vergleichenden Physiologie der Verdauung der Säugetiere. Von Privatdozent Dr. W. Lenkeit, Berlin.
Physiologie der Herztöne. (Ergebnisse der Herzschriftschreibung.) Von Privatdozent Dr. E. Schütz, Berlin.
Recent Advances in the Chemistry of certain Blood Constituents. By Professor Dr. C. Rimington, Pretoria (South Africa).
The All-or-Nothing Reaction. By Professor Dr. E. D. Adrian, Cambridge.
Zur Lehre vom Elektrotonus. Von Professor Dr. U. Ebbecke, Bonn a. Rh.
Das Messen auf dem Gebiete der Propriozeptiv- und der Berührungsempfindungen. Von Prof. Dr. Y. Renqvist, Helsinki, Finnland.
Die chemischen Vorgänge bei der Muskelkontraktion. Von Privatdozent Dr. E. Lehnartz, Frankfurt a. M.
Permeability in Large Plant Cells and in Models. By Dr. W. J. V. Osterhout, New York.
 Namen- und Sachverzeichnis. — Inhalt der Bände 31—35.

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN